

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-247596

(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.Cl.

H04N 9/64

G03B 19/02

G06T 7/00

H04N 1/60

H04N 1/46

(21)Application number : 2001-044807

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 21.02.2001

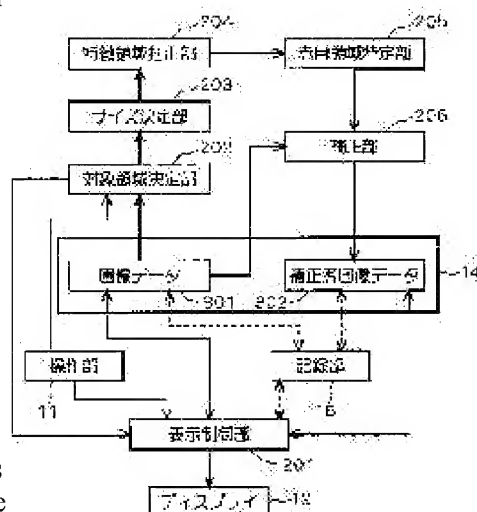
(72)Inventor : YOSHIDA HIROKI

(54) PROGRAM FOR SPECIFYING RED EYE AREA IN IMAGE, IMAGE PROCESSOR AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To specify and correct an area generating a red eye phenomenon in an image.

SOLUTION: An image processor 1 is provided with a target area determination part 202, a size determination part 203, a feature area extraction part 204, a red eye area specification part 205, and a correction part 206. The target area determination part 202 determines an area including each eye as a target area and the size determination part 203 determines the size of a unit area on the basis of the size of the target area and the size of an image. The extraction part 204 calculates feature values such as the hue, saturation and lightness of the target area in each unit area and extracts a pupil area, an iris area and an out-of-iris area as feature areas. The specification part 205 specifies a red eye area on the basis of the degree of contact between the iris area 502 and the other feature area and the inclusion relation of respective feature areas, and when the red eye area is specified, the correction part 206 corrects a red eye in the red eye area.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-247596
(P2002-247596A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002.8.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データ* (参考)
H 0 4 N 9/64		H 0 4 N 9/64	Z 2 H 0 5 4
G 0 3 B 19/02		G 0 3 B 19/02	5 C 0 6 6
G 0 6 T 7/00	1 0 0	G 0 6 T 7/00	1 0 0 C 5 C 0 7 7
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 7 9
1/46		1/46	Z 5 L 0 9 6
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-44807(P2001-44807)

(22) 出願日 平成13年2月21日 (2001.2.21)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 吉田 宏樹

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

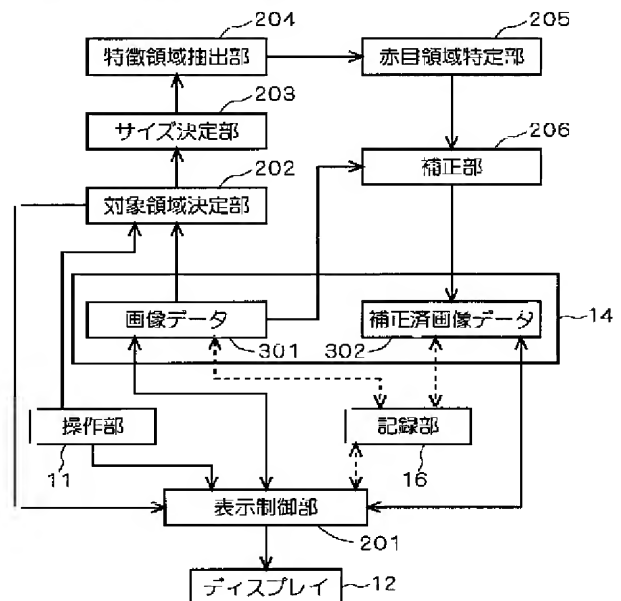
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像中の赤目領域を特定するプログラム、画像処理装置および記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 画像の赤目現象の生じている領域を特定して補正する。

【解決手段】 画像処理装置1に、対象領域決定部202、サイズ決定部203、特徴領域抽出部204、赤目領域特定部205、および補正部206を設ける。対象領域決定部202は、目を含む領域を対象領域として決定し、サイズ決定部203は、対象領域の大きさと画像の大きさに基づいて単位領域のサイズを決定する。特徴領域抽出部204は、単位領域毎に対象領域の色相、彩度、明度等の特徴量を算出して、瞳孔領域、虹彩領域および虹彩外領域を特徴領域として抽出する。赤目領域特定部205は、虹彩領域502と他の特徴領域との接触の度合いや各特徴領域の包含関係に基づいて赤目領域を特定し、赤目領域が特定された場合には、補正部206が赤目領域に対して赤目補正を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像中の赤目領域を特定するプログラムであって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む複数の特徴領域を抽出する工程と、前記虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定する工程と、を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項2】 請求項1に記載のプログラムであって、前記配置関係に、前記虹彩領域と前記他の特徴領域との接触の度合いが含まれることを特徴とするプログラム。

【請求項3】 請求項2に記載のプログラムであって、前記接触の度合いが、前記虹彩領域において、前記他の特徴領域と接する境界の全長と接触部分の長さとの割合として求められることを特徴とするプログラム。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載のプログラムであって、前記プログラムの前記コンピュータによる実行は、前記コンピュータに、特定された前記赤目領域の面積が前記対象領域の面積に対して所定の割合よりも小さい場合に、前記赤目領域が存在しないと判定する工程、をさらに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載のプログラムであって、前記配置関係に、前記虹彩領域と前記他の特徴領域との包含関係が含まれることを特徴とするプログラム。

【請求項6】 請求項5に記載のプログラムであって、前記複数の特徴領域を抽出する工程において、瞳孔領域の抽出が行われ、前記瞳孔領域が抽出され、かつ前記瞳孔領域以外の特徴領域に前記瞳孔領域が内包されない場合に、前記赤目領域を特定する工程において前記赤目領域が存在しないと判定されることを特徴とするプログラム。

【請求項7】 請求項1に記載のプログラムであって、画素値から導かれる少なくとも2種類の特徴量に基づいて、前記対象領域から前記複数の特徴領域が抽出されることを特徴とするプログラム。

【請求項8】 請求項7に記載のプログラムであって、前記複数の特徴領域を抽出する工程において、少なくとも所定の色相範囲に基づいて虹彩領域の抽出が行われ、少なくとも所定の明度範囲に基づいて瞳孔領域の抽出が行われ、前記所定の色相範囲および前記所定の明度範囲に基づいて虹彩外領域の抽出が行われ、前記瞳孔領域が抽出されず、かつ前記虹彩外領域が前記虹彩領域の中に存在する場合に、前記赤目領域を特定する工程において前記赤目領域が存在しないと判定されることを特徴とするプログラム。

【請求項9】 画像中の赤目領域を特定するプログラム

であって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域を決定する工程と、前記対象領域を前記画像に対する前記対象領域の大きさの割合に応じた大きさの単位領域に分割する工程と、前記単位領域を単位として演算を行うことにより前記対象領域中の赤目領域を特定する工程と、を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項10】 画像処理装置であって、画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む複数の特徴領域を抽出する手段と、前記虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定する手段と、前記赤目領域の画素値を補正する手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項11】 画像中の赤目領域を特定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む複数の特徴領域を抽出する工程と、前記虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定する工程と、を実行させることを特徴とする記録媒体。

【請求項12】 画像処理装置であって、画像中の目領域を含む対象領域を決定する手段と、前記対象領域を前記画像と前記対象領域との大きさの割合に応じた大きさの単位領域に分割する手段と、前記単位領域を単位として演算を行うことにより前記対象領域中の赤目領域を特定する手段と、前記赤目領域を補正する手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項13】 画像中の赤目領域を特定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域を決定する工程と、前記画像に対する前記対象領域の大きさの割合に応じた大きさの単位領域に前記対象領域を分割する工程と、前記単位領域を単位として演算を行うことにより前記対象領域中の赤目領域を特定する工程と、を実行させることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像中の赤目領域を特定する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】被写体が人物の場合に、正面からフラッ

シュを用いて撮影を行うと、フラッシュの光が虹彩により反射されて瞳が真っ赤あるいは金色に写る赤目現象が生じることがある（以下、赤目現象の生じている目を「赤目」と称する）。

【0003】従来より、このような赤目は画像として非常に不自然に感じられるため、画像処理による補正が提案されている。例えば、特開平9-261580号公報では、一对の目を含む領域とその中央点を操作者が指定し、指定された領域を対象に赤目現象が生じている赤目領域を特定して補正する方法が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、赤目は撮影された状況または被写体の個人差等によって色相等の特徴量が異なること、画像内の瞳の占める割合が異なること等の理由から赤目領域の特定が難しく、従来の方法では赤目現象の生じている領域の特定が不十分、かつ処理に多くの時間がかかるという問題があった。

【0005】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、迅速かつ精度よく赤目領域の特定を行うことを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、画像中の赤目領域を特定するプログラムであって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む複数の特徴領域を抽出する工程と、前記虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定する工程と、を実行させる。

【0007】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のプログラムであって、前記配置関係に、前記虹彩領域と前記他の特徴領域との接触の度合いが含まれる。

【0008】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のプログラムであって、前記接触の度合いが、前記虹彩領域において、前記他の特徴領域と接する境界の全長と接触部分の長さとの割合として求められる。

【0009】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載のプログラムであって、前記プログラムの前記コンピュータによる実行は、前記コンピュータに、特定された前記赤目領域の面積が前記対象領域の面積に対して所定の割合よりも小さい場合に、前記赤目領域が存在しないと判定する工程をさらに実行させる。

【0010】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載のプログラムであって、前記配置関係に、前記虹彩領域と前記他の特徴領域との包含関係が含まれる。

【0011】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載のプログラムであって、前記複数の特徴領域を抽出する工程において、瞳孔領域の抽出が行われ、前記瞳孔領域が抽出され、かつ前記瞳孔領域以外の特徴領域に前記瞳

孔領域が内包されない場合に、前記赤目領域を特定する工程において前記赤目領域が存在しないと判定される。

【0012】請求項7に記載の発明は、請求項1に記載のプログラムであって、画素値から導かれる少なくとも2種類の特徴量に基づいて、前記対象領域から前記複数の特徴領域が抽出される。

【0013】請求項8に記載の発明は、請求項7に記載のプログラムであって、前記複数の特徴領域を抽出する工程において、少なくとも所定の色相範囲に基づいて虹彩領域の抽出が行われ、少なくとも所定の明度範囲に基づいて瞳孔領域の抽出が行われ、前記所定の色相範囲および前記所定の明度範囲に基づいて虹彩外領域の抽出が行われ、前記瞳孔領域が抽出されず、かつ前記虹彩外領域が前記虹彩領域の中に存在する場合に、前記赤目領域を特定する工程において前記赤目領域が存在しないと判定される。

【0014】請求項9に記載の発明は、画像中の赤目領域を特定するプログラムであって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域を決定する工程と、前記対象領域を前記画像に対する前記対象領域の大きさの割合に応じた大きさの単位領域に分割する工程と、前記単位領域を単位として演算を行うことにより前記対象領域中の赤目領域を特定する工程とを実行させる。

【0015】請求項10に記載の発明は、画像処理装置であって、画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む複数の特徴領域を抽出する手段と、前記虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定する手段と、前記赤目領域の画素値を補正する手段とを備える。

【0016】請求項11に記載の発明は、画像中の赤目領域を特定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む複数の特徴領域を抽出する工程と、前記虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定する工程とを実行させる。

【0017】請求項12に記載の発明は、画像処理装置であって、画像中の目領域を含む対象領域を決定する手段と、前記対象領域を前記画像と前記対象領域との大きさの割合に応じた大きさの単位領域に分割する手段と、前記単位領域を単位として演算を行うことにより前記対象領域中の赤目領域を特定する手段と、前記赤目領域を補正する手段とを備える。

【0018】請求項13に記載の発明は、画像中の赤目領域を特定するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムのコンピュータによる実行は、前記コンピュータに、画像中の目領域を含む対象領域を決定する工程と、前記画像に対す

る前記対象領域の大きさの割合に応じた大きさの単位領域に前記対象領域を分割する工程と、前記単位領域を単位として演算を行うことにより前記対象領域中の赤目領域を特定する工程とを実行させる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本実施の形態に係る画像処理装置1を示す外觀図である。画像処理装置1は、デジタル化された画像のデータを取得し、画像中の赤目領域を特定して補正する機能を有している。画像処理装置1は、図1に示すように、使用者からの入力を受け付けるキーボード111およびマウス112、並びに使用者に対する指示メニューや取得した画像等の表示を行うディスプレイ12を備える。

【0020】画像処理装置1には、内部に画像のデータ等を記憶する固定ディスク161を有しており、さらに、プログラムを格納した記録ディスク91や画像データを格納した記録媒体であるメモ리카ード92が、それぞれ読取装置162やカードスロット163により装填可能となっている。

【0021】図2は、画像処理装置1の構成を示すブロック図である。画像処理装置1は、CPU13、RAM14およびROM15をバスラインに接続した一般的なコンピュータシステムの構成となっている。バスラインにはさらに、ディスプレイ12、操作部11として操作者からの入力を受け付けるキーボード111およびマウス112、データ等を保存する固定ディスク161、光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスク等の記録媒体である記録ディスク91から情報の読み取りを行う読取装置162、並びに、メモ리카ード92から情報の読み取りを行うカードスロット163が、適宜、インターフェイス(I/F)を介する等して接続される。

【0022】また、操作部11からの入力操作に基づいてCPU13を介してRAM14と固定ディスク161、読取装置162およびカードスロット163との間で各種データの受け渡しが可能とされており、ディスプレイ12には、CPU13の制御により、各種情報の表示やRAM14、固定ディスク161、メモ리카ード92等に記憶されている画像の表示が行われる。

【0023】図3は、CPU13がRAM14内のプログラム141に従って動作することにより実現される機能構成を他の構成とともに示す図である。プログラム141は、記録ディスク91から読取装置162を介して固定ディスク161に記憶され、固定ディスク161からRAM14へと転送されることにより、CPU13が実行可能な状態とされる。

【0024】図3に示す構成のうち、表示制御部201、対象領域決定部202、サイズ決定部203、特徴領域抽出部204、赤目領域特定部205、および補正部206が、CPU13等により実現される機能を示す。

【0025】表示制御部201は、使用者の指示を操作部11から受け付け、表示する画像のデータをメモ리카ード92や固定ディスク161等の記録部16からRAM14へと転送するとともに必要な処理を行ってディスプレイ12に画像として表示させる。

【0026】対象領域決定部202は、操作部11から使用者の指定を受け付けることにより、RAM14に記憶された画像データ301の一部を、赤目現象の生じている目の領域を含む対象領域として決定する。サイズ決定部203は、対象領域について後述する処理を行う単位となる単位領域の大きさを決定する。特徴領域抽出部204は、対象領域に対して単位領域毎の処理を行い、特徴量に応じて複数の特徴領域を抽出する。

【0027】図4は、赤目領域特定部205の機能構成を示す図である。赤目領域特定部205は、特徴領域抽出部204にて抽出された各特徴領域の大きさを検出するサイズ検出部205a、各特徴領域の接触度合いを検出する接触度合い検出部205b、各特徴領域の包含関係を検出する包含関係検出部205c、およびこれらの検出結果から赤目領域を特定する特定部205dからなる。

【0028】図3に示す補正部206は、特定された赤目領域に対して補正を行い、補正済画像データ302を生成してRAM14に記憶させる。

【0029】図5ないし図8は、画像処理装置1が赤目領域を特定して補正する際の動作の流れを示す図である。以下、図3ないし図8を参照して画像処理装置1が赤目現象に対する補正を行う動作について説明する。

【0030】まず、使用者がディスプレイ12を見ながら記録部16中の画像データのうち所望のものを選択すると、表示制御部201が選択された画像データ301をRAM14に読み込むとともにディスプレイ12に画像が表示される(ステップS101)。その後、使用者が赤目に対する色補正(以下、「赤目補正」という。)が必要な領域をマウス112を用いて指定することにより、対象領域決定部202が演算対象となる対象領域を決定する(ステップS102)。

【0031】図9ないし図11は、表示されている画像401に対して対象領域の指定が行われる様子を示す図である。まず、図9に示すように対象領域決定部202は、マウス112により移動させることができるカーソル410と、使用者に対して画像401中に始点を指定するよう促すメッセージ411とをディスプレイ12に表示する。使用者がカーソル410を移動させ任意の点を始点として指定すると、図10に示すように画像401中に終点を指定するよう促すメッセージ412がさらにディスプレイ12に表示される。使用者がカーソル410を再び移動させ任意の点を終点として指定し、画像401中の始点と終点の指定が終了すると、図11に示すように対象領域決定部202は、指定された二点を対

角とする長方形の領域を対象領域402として決定する。これにより、画像401中の目領域を含む対象領域402が決定される。

【0032】対象領域402が決定されると、サイズ決定部203により、対象領域402の画素数N1とパラメータSとに基づいて、数1により単位領域の一辺の画素数（以下、「単位領域サイズ」という。）n（単位領域の大きさは $n \times n$ とされる。）が求められる（ステップS103）。

【0033】

【数1】

$$n = F(S, N1)$$

【0034】なお、パラメータSは画像401と対象領域402との画素数の比を示す値であり、画像401の画素数をN2とすると数2により定まるパラメータである。

【0035】

【数2】

$$S = \frac{N1}{N2}$$

【0036】また、関数Fは、パラメータSが小さいほど出力する単位領域サイズnを小さくし、対象領域402の画素数N1が大きいほど出力する単位領域サイズnを大きくする関数であり、例えば数3ないし数5のような入出力関係を有する関数である。

【0037】

【数3】

$$1 = F(0.05, 200 \times 100)$$

【0038】

【数4】

$$5 = F(0.05, 1500 \times 1000)$$

【0039】

【数5】

$$10 = F(0.8, 1500 \times 1000)$$

【0040】このような関数Fを用いて単位領域サイズを決定することにより、画像401に対する対象領域402の大きさの割合に応じた大きさの単位領域に対象領域402を分割でき、その後は単位領域を単位として演算を行うことにより、画素毎に演算する場合に比べて高速で、かつノイズの影響を受けにくい精度のよい赤目領域の特定ができる。なお、nの最小値は1であり、その場合、対象領域402は画素毎に処理されることとなる。

【0041】対象領域402および単位領域サイズnが決定されると、特徴領域抽出部204は、対象領域402の各単位領域のRGB値（平均のRGB値）を $L^*a^*b^*$ 表色系の色空間へと変換し（ステップS104）、さらに、 $L^*a^*b^*$ 値を色相、彩度、明度の特徴量へと変換する（ステップS105）。

【0042】次に、特徴量に基づいて特徴領域である瞳

孔領域、虹彩領域および虹彩外領域の抽出が行われる。

具体的には、彩度および明度が一定の範囲にある領域

（彩度、明度ともに低い範囲にある領域）が瞳孔領域として対象領域402から抽出され、色相および彩度が一定の範囲にある領域（色相は赤からやや黄色、彩度は高い範囲にある領域）が虹彩領域として抽出される。さらに、瞳孔領域と同じ明度範囲であり、虹彩領域と同じ色相範囲の領域が虹彩外領域として対象領域402から抽出される（ステップS106）。

【0043】図12ないし図16は、特徴領域抽出部204により、対象領域402から抽出される特徴領域を例示した図である。符号501は瞳孔領域、符号502（502a, 502b）は虹彩領域、符号503は虹彩外領域を示す。

【0044】それぞれの特徴領域の判定に用いられる特徴量の範囲は、赤目現象の生じていない正常時の特徴量から定められるものではなく、赤目現象が生じている場合の特徴量から統計的に定められる。したがって、このような特徴量に該当する各特徴領域は赤目現象の生じている可能性がある領域として抽出されていることを意味する。逆に、いずれの特徴領域としても抽出されなかった領域は赤目補正が必要でない領域と判定されたこととなる。

【0045】特徴領域は対象領域402の画素値から導かれる少なくとも2種類の特徴量に基づいて瞳孔領域501、虹彩領域502および虹彩外領域503として抽出されることから、1種類の特徴量による抽出に比べて個々の画像のデータの撮影状況等による影響を受けにくくすることができ、赤目領域の特定を精度よく行うことが実現される。

【0046】特徴領域抽出部204により、瞳孔領域501、虹彩領域502および虹彩外領域503として抽出された特徴領域は、色相、彩度および明度という特徴量が一定の範囲内にあることに基づいて判定されたものである。したがって、図12ないし図16に示す各特徴領域には実際は目の領域でないものも含まれている可能性がある。目ではない領域において赤目現象が生じることとはなく、そのような領域に赤目補正を行うと不自然な画像となるから、赤目領域から除外する必要がある。また、赤目現象が生じているが、赤目現象の生じ方が異常であるため、補正を行わない方が好ましい場合もある。以下に赤目領域特定部205が特徴領域から赤目領域を特定する手法について説明する。

【0047】まず、赤目領域特定部205のサイズ検出部205aが、各特徴領域の大きさを単位領域の数として求められる（ステップS201）。次に、特定部205dは、フラグCFを0に初期化し（ステップS202）、一の虹彩領域502について大きさが所定値P1を超えるか否かを判定する（ステップS203）。なお、フラグCFは赤目領域とみなされる虹彩領域502

が存在する場合には1がセットされ、存在しない場合には0がセットされるフラグであり、所定値P1は対象領域402に対する虹彩の大きさの比率を統計的に算出して予め定められる値である。

【0048】虹彩領域502の大きさが所定値P1以下の場合、この虹彩領域502は赤目領域には含まれない（すなわち、赤目領域の一部ではないとみなされる。）（ステップS204）。虹彩領域502の大きさが所定値P1を超える場合は、虹彩領域502を赤目領域に含め（すなわち、赤目領域の一部を構成すると判定される。）（ステップS205）、フラグCFに1がセットされる（ステップS206）。

【0049】続いて、特定部205dにより虹彩領域502が他に存在するか否かが判定され（ステップS207）、対象領域402の中に虹彩領域502が複数存在している場合（図12は、虹彩外領域502aと虹彩領域502bが存在する様子を例示している。）にはステップS202～S206が繰り返される。これにより、全ての虹彩領域502について赤目領域として特定すべき領域であるか否かが判定される。

【0050】ここで、所定値P1と比較することにより、各虹彩領域502が赤目領域を構成するか否かが判定される理由について説明する。画像中の人間の目の大きさが既知の場合、その内部に存在する虹彩の大きさは予測可能な大きさとなる。したがって、虹彩領域502の大きさに基づいてそれらの領域が実際の虹彩にほぼ一致する領域であるか否かを判断することができる。例えば、図12に示す虹彩領域502bのようにあまりに小さいものは虹彩ではなく、対象領域402の中にホクロのような虹彩と特徴量が似ているものが存在するため、誤って虹彩領域502として抽出された可能性が高い。

【0051】一方、対象領域402は図11に示すように目の大きさに基づいて指定されるものであるから、対象領域402の大きさと実際の虹彩の大きさとの比はほぼ一定の範囲内であると予測することができる。ここで、単位領域の大きさは対象領域402の大きさに基づいて決定されることから（数1を参照）、虹彩領域502に含まれる単位領域の数は、虹彩領域502と対象領域402との大きさの比を示す値となる。そこで、ステップS203では単位領域を基準とする虹彩領域502の大きさを用いることにより、目の大きさに対して小さすぎる虹彩領域502を赤目領域から除外している。その結果、適切な虹彩領域502のみが赤目領域として特定される。

【0052】対象領域402に存在する全ての虹彩領域502について大きさの判定が終了すると、赤目領域であると判定された虹彩領域502（以下、「赤目虹彩領域502」と称する。）が存在するか否かを、特定部205dがフラグCFにより確認する（ステップS20

8）。赤目現象は赤目となっている虹彩が存在する必要がある、赤目虹彩領域502が全く存在しない場合（CF=0の場合）は赤目現象は生じていないと判断でき、赤目補正の要否を示すフラグCが0にセットされる（図8：ステップS236）。赤目虹彩領域502が一つでも存在する場合（CF=1の場合）は赤目現象が生じている可能性があるため、以下の処理が実行される。

【0053】まず、虹彩外領域503と赤目虹彩領域502とが接触している場合には、接触度合い検出部205bにより、赤目虹彩領域502の境界のうち虹彩外領域503と接する境界の全長L11（例えば、赤目虹彩領域502がドーナツ状であり、虹彩外領域503が赤目虹彩領域502に外接する場合には外周のみの長さ）、および、接触部分の長さL12が求められ、数6により虹彩外領域503と赤目虹彩領域502との接触率T1が求められる。

【0054】

【数6】

$$r_1 = \frac{L_{12}}{L_{11}}$$

【0055】同様に、瞳孔領域501と赤目虹彩領域502とが接触している場合には、赤目虹彩領域502の境界のうち瞳孔領域501と接する境界の全長L21、および、接触部分の長さL22が求められ、数7により瞳孔領域501と赤目虹彩領域502との接触率T2が求められる（ステップS211～S213）。

【0056】

【数7】

$$r_2 = \frac{L_{22}}{L_{21}}$$

【0057】なお、長さL11、L12、L21、L22は、数6および数7により比に変換されるため、単位領域の数で求められてもよいし、単に画素数として求められてもよい。また、赤目虹彩領域502と虹彩外領域503とが接しない場合には、接触率T1は0とされ、赤目虹彩領域502と瞳孔領域501とが接しない場合には、接触率T2は0とされる。

【0058】接触率が求まると、特定部205dは、虹彩外領域503と赤目虹彩領域502との接触率T1を所定値P2と比較し（ステップS214）、接触率T1が所定値P2以下の場合は虹彩外領域503は赤目補正が必要でない領域とみなされ、赤目領域に含められない（ステップS215）。接触率T1が所定値P2を超える場合は虹彩外領域503も赤目補正が必要な領域であるとみなされ、赤目領域に含められる（ステップS216）。なお、所定値P2は赤目現象の起きている場合に抽出される虹彩領域と虹彩外領域との接触率を統計的に算出して予め定められる。

【0059】同様に、瞳孔領域501と赤目虹彩領域502との接触率T2を所定値P3と比較し（ステップS

217)、接触率T2が所定値P3以下の場合は瞳孔領域501は赤目補正が必要でない領域とみなされ、赤目領域に含められない(ステップS218)。接触率T2が所定値P3を超える場合は瞳孔領域501は赤目補正が必要な領域とみなされ、赤目領域に含められる(ステップS219)。なお、所定値P3も赤目現象の起きている場合に抽出される虹彩領域と瞳孔領域との接触率を統計的に算出して予め定められる。

【0060】以上のように、赤目虹彩領域502との接触率に基づいて虹彩外領域503や瞳孔領域501を赤目領域の一部として特定するか否かが判断される。一般に、赤目現象の特性として、一つの目において赤目領域は分散して存在するのではなく、赤目虹彩領域502およびその周囲に存在する。したがって、赤目虹彩領域502以外の特徴領域は、赤目虹彩領域502との接触度合いが大きいもののみが赤目領域として特定される。

【0061】例えば、図13に示す虹彩外領域503は、いずれも虹彩領域502との接触率が低いため赤目現象の生じている虹彩外領域ではない可能性が高い。そこで、これらの虹彩外領域503は赤目領域としては特定されない。また、図14に示すように、虹彩領域502と全く接触していない瞳孔領域501が存在する場合は(図14では、瞳孔領域501の周囲が特徴領域とはなっていない。)、瞳孔領域501の周囲にて赤目現象は生じていない可能性が高い。

【0062】逆に、図15に示すように、瞳孔領域501の周囲全体が虹彩領域502と接触しており、虹彩領域502の外周のほとんどが虹彩外領域503に接する場合には、虹彩領域502とともに瞳孔領域501および虹彩外領域503にて赤目現象が生じているといえる。したがって、図15に示す場合には瞳孔領域501、虹彩領域502および虹彩外領域503の全てが赤目領域として特定される。

【0063】このように、赤目虹彩領域502と他の特徴領域との接触の度合いに基づいて虹彩外領域503および瞳孔領域501を赤目領域とすべきか否かを判定することにより、赤目領域を適切に特定することができる。

【0064】次に、特定部205dは、以上の処理により特定された赤目領域の大きさを単位領域の数として算出し、所定値P4と比較する(ステップS220)。赤目領域の大きさが所定値P4以下の場合は、特定された赤目領域に赤目補正を施すべきでないと判断してフラグCに0をセットする(図8:ステップS236)。赤目領域が対象領域402に対して小さい場合、補正を必要としない赤目現象であったり、赤目現象が実際には生じていない可能性があるからである。なお、所定値P4は、対象領域402に対する補正すべき赤目領域の大きさの比率を統計的に算出して得られる値である。

【0065】赤目領域の大きさが所定値P4を超える場

合は、次に、包含関係検出部205cにより、各特徴領域の包含関係が検出される。

【0066】人間の目の特性を考慮した場合、瞳孔領域は虹彩領域または虹彩外領域に内包され、虹彩外領域は虹彩領域の外側に存在していなければならない。例えば、図16に示すように、赤目虹彩領域502に瞳孔領域501が内包されていない場合は、瞳孔領域が誤検出された、あるいは、特殊な状態で撮影された可能性があり、瞳孔領域501が瞳孔に対応していない、あるいは、赤目領域として補正の対象とすべきでないと想定される。

【0067】そこで、まず、特定部205dは、これまでの処理にて特定された赤目領域に瞳孔領域501が存在するか否かを判定し(ステップS231)、瞳孔領域501が存在する場合には、さらに瞳孔領域501を中心として虹彩領域502および虹彩外領域503が瞳孔領域501を内包する状態で周囲に存在するか否かを判定する(ステップS232)。瞳孔領域501が内包されていない場合には、特定された赤目領域は補正すべき赤目領域ではないとみなしてフラグCに0がセットされる(ステップS236)。内包される場合には特定された赤目領域をそのまま維持し、フラグCが1にセットされる(ステップS237)。

【0068】このように、瞳孔領域501が抽出され、かつ他の特徴領域に瞳孔領域501が内包されない場合に、赤目領域が存在しないと判定することにより、赤目補正の要否を適切に判定することができる。

【0069】一方、瞳孔領域501が存在しない場合には、これまでの処理にて特定された赤目領域に虹彩外領域503が存在するか否かの判定が行われる(ステップS233)。虹彩外領域503が存在する場合には、赤目虹彩領域502の中に虹彩外領域503が存在するか否かを判定し(ステップS234)、虹彩外領域503が赤目虹彩領域502の内部に存在する場合は、赤目領域が存在しない(すなわち、以上の処理にて特定された赤目領域には赤目補正を施すべきではない。)と判断してフラグCが0にセットされる(ステップS235)。虹彩外領域503が存在しないか、若しくは赤目虹彩領域502の内部に虹彩外領域503が存在しない場合には、特定された赤目領域が維持され、フラグCに1がセットされる(ステップS237)。

【0070】このように、瞳孔領域501が抽出されず、赤目領域として虹彩外領域503が抽出されており、かつ虹彩外領域503が虹彩領域502の中に存在する場合に赤目領域が存在しないと判定することにより、特徴領域の抽出が不適切に行われた場合の赤目領域の特定が防止される。その結果、不適切な赤目補正が防止される。

【0071】その後、補正部206はフラグCが1であるか否かを確認し(ステップS238)、フラグCが0

の場合は特定された赤目補正を実行せず（ステップS239）、フラグCが1であれば赤目領域を黒っぽく塗りつぶし、正常な目の色に補正する。補正後のデータは対象領域402以外の画像データ301と合成されて補正済画像データ302とされる（ステップS240）。なお、生成される補正済画像データ302には、補正済みであることを示す識別子が付加されてもよい。その場合には再度表示等する際に補正済みであるか否かを判定する処理を行うことによって、再度一連の補正処理を行うことが防止される。

【0072】以上のように、画像処理装置1では赤目現象が生じている可能性のある画像のデータに対して、赤目現象が生じている場合には、補正すべき部分を高速かつ精度よく特定して適切な補正が行われる。

【0073】以上、本発明の一の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく様々な変形が可能である。

【0074】例えば、上記実施の形態では、対象領域402が特徴量に基づいて各特徴領域に分割された後、虹彩領域の大きさ判定、虹彩領域と他の特徴領域との接触率による判定、赤目領域の大きさ判定、および特徴領域の包含関係による判定の順番で赤目領域の特定を行っているが、各判定処理はこの順番に限られるものではない。例えば、赤目領域の大きさが最後に判定されてもよく、特徴領域の包含関係による判定が行われた後に、虹彩領域と他の特徴領域との接触率による判定が行われる等してもよい。また、接触率や包含関係以外の赤目虹彩領域502と他の特徴領域の配置関係が赤目領域の特定に利用されてもよい。

【0075】また、上記実施の形態では、赤目領域に対する補正の方法として、赤目領域を瞳の色に最も近いと考えられる黒色で塗りつぶすという手法を用いているが、補正方法は上記の方法に限定されるものではない。例えば、赤目現象は瞳があざやかな赤色に強調されることによって生じるのであるから、画素値のRGBの値のうちRの値を下げる、または明度を下げる等の方法によって補正されてもよい。

【0076】また、画像処理装置1への画像のデータの取得方法は、上記実施の形態のようにメモ리카ード92から読み込まれるのではなく、例えば、ケーブル接続、通信回線または無線等により画像処理装置1と他の装置とが信号の送受信を行うことによって画像のデータの取得がされてもよい。画像処理装置1に撮像部を設けて画像のデータが取得されてもよい。

【0077】また、操作部11は上記実施の形態のように、キーボードやマウスに限られるものではなく、画像処理装置1を使用者の指示に従って操作できるものであれば他のものが用いられてもよい。例えば、専用のボタンが設けられていてもよく、タッチパネル式ディスプレイやタブレット等のようにディスプレイと一体となった

ものであってもよい。

【0078】また、上記実施の形態に係る処理をCPU13に実行させるプログラムはROM15に予め書き込まれていてもよい。

【0079】また、画像処理装置1では、一連の画像処理が全てCPUによるソフトウェア的処理で実行されているが、それらの処理の一部または全部を専用の回路により実現することも可能である。特に、反復演算をロジック回路にて構築することにより、迅速な画像処理が実現される。

【0080】また、上記実施の形態では、対象領域402の形状を長方形としたがこれに限られるものではない。例えば、楕円形状や使用者が任意に指定する形状等であってもよい。さらに、上記の実施の形態では、対象領域402は使用者によって指定されたが、画像認識または特徴量による判定等により自動的に対象領域402が決定されてもよい。

【0081】また、上記実施の形態では特徴量として色相、彩度、明度が用いられるが、 $L^*a^*b^*$ 、 LUV 、 XYZ 等の表色系における値が特徴量として利用されてもよく、RGBの値がそのまま特徴量とされてもよい。

【0082】

【発明の効果】請求項1ないし8、並びに、請求項10および11の発明では、特徴量に基づいて虹彩領域等を抽出し、虹彩領域と他の特徴領域との配置関係に基づいて赤目領域を特定することにより、赤目領域を適切に特定することができる。

【0083】また、請求項2の発明では、虹彩領域と他の特徴領域との接触度合いを利用することにより、請求項3の発明では、接触度合いとして、虹彩領域において他の特徴領域と接する境界の全長と接触部分の長さとの割合が利用されることにより、赤目領域を適切に特定することができる。

【0084】また、請求項4の発明では、赤目領域の面積が対象領域の面積に比べて小さい場合に赤目領域ではないと判定することにより、不適切な赤目領域の特定が防止される。

【0085】また、請求項5の発明では、虹彩領域と他の特徴領域との包含関係が利用され、請求項6の発明では、瞳孔領域が抽出され、瞳孔領域以外の特徴領域に瞳孔領域が内包されない場合に赤目領域ではないと判定することにより、赤目領域を適切に特定することができる。

【0086】また、請求項7の発明では、画素値から導かれる少なくとも2種類の特徴量に基づいて、特徴領域の抽出をすることにより、精度よく赤目領域の特定ができる。

【0087】また、請求項8の発明では、虹彩外領域を利用することにより、精度よく赤目領域を特定することができる。

【0088】請求項9、11および12の発明では、対象領域を対象領域の大きさの割合に応じた大きさの単位領域を単位として演算することにより、迅速かつ精度よく赤目領域を特定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像処理装置の外観図である。

【図2】画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図3】画像処理装置の赤目領域を特定する機能構成をブロックにて示す図である。

【図4】赤目領域特定部の構成を示す図である。

【図5】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図6】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図7】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図8】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図9】対象領域を指定する際の画面を示す図である。

【図10】対象領域を指定する際の画面を示す図である。

【図11】対象領域を示す図である。

【図12】抽出された特徴領域の例を示す図である。

【図13】抽出された特徴領域の例を示す図である。

【図14】抽出された特徴領域の例を示す図である。

【図15】抽出された特徴領域の例を示す図である。

【図16】抽出された特徴領域の例を示す図である。

【符号の説明】

1 画像処理装置

11 操作部

13 CPU

14 RAM

15 ROM

141 プログラム

202 対象領域決定部

203 サイズ決定部

204 特徴領域抽出部

205 赤目領域特定部

206 補正部

205a サイズ検出部

205b 接触度合い検出部

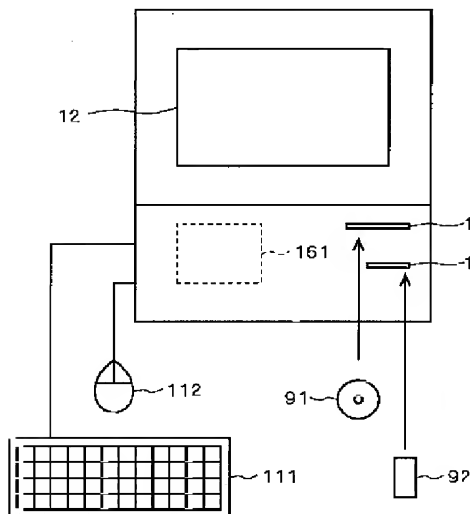
205c 包含関係検出部

205d 特定部

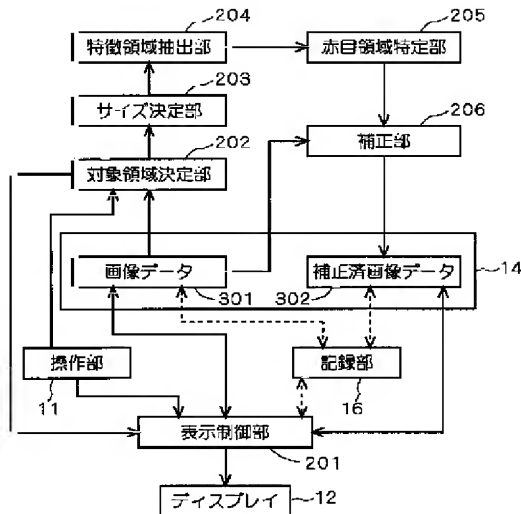
S102~S106, S201~S204, S211~

S220, S231~S240 ステップ

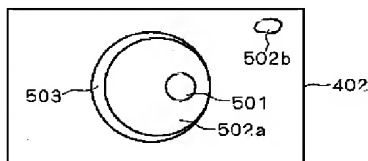
【図1】



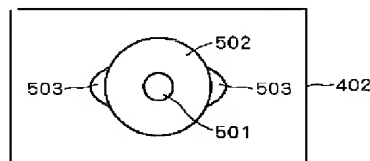
【図3】



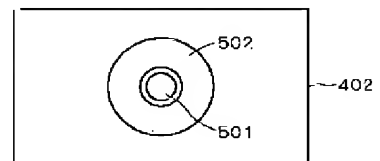
【図12】



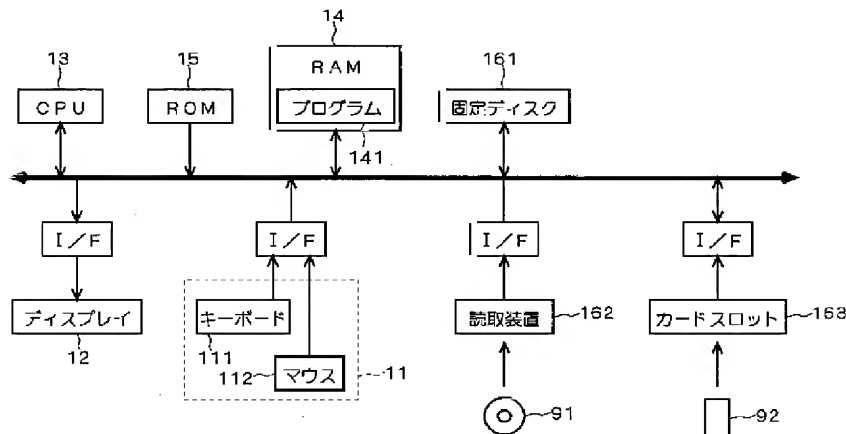
【図13】



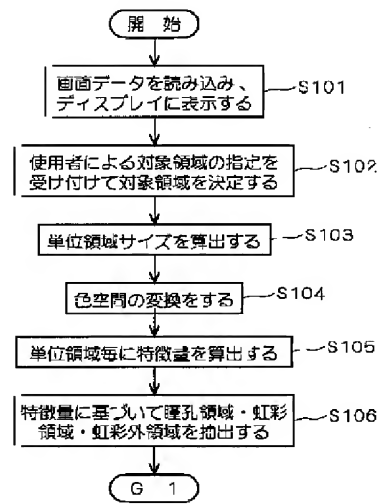
【図14】



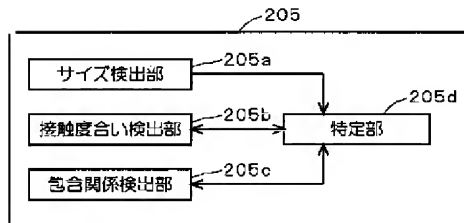
【図2】



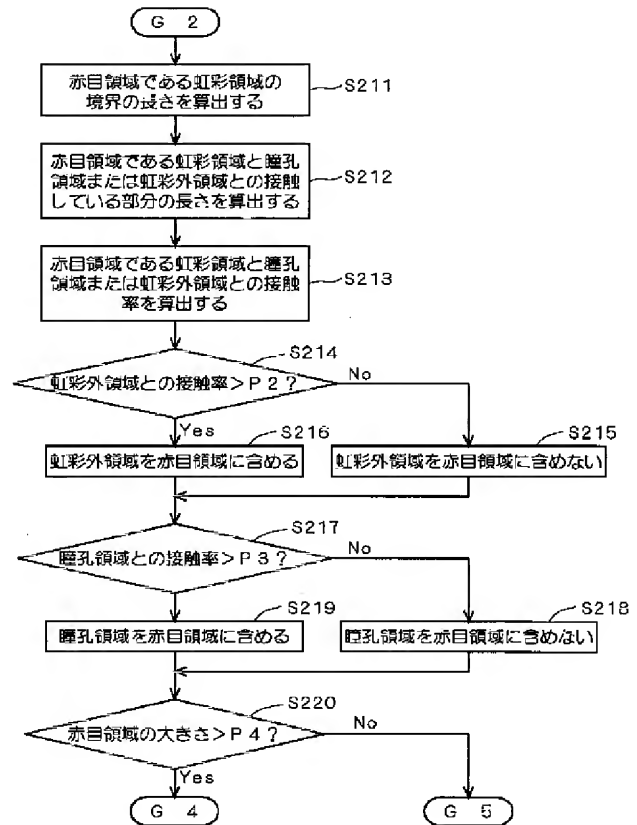
【図5】



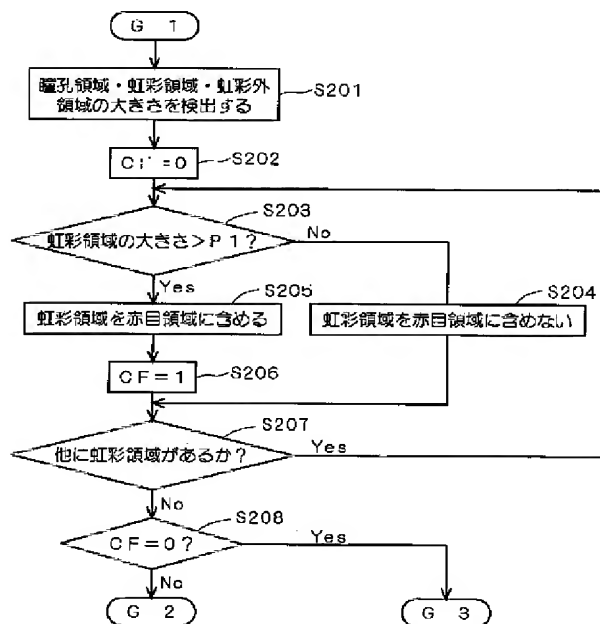
【図4】



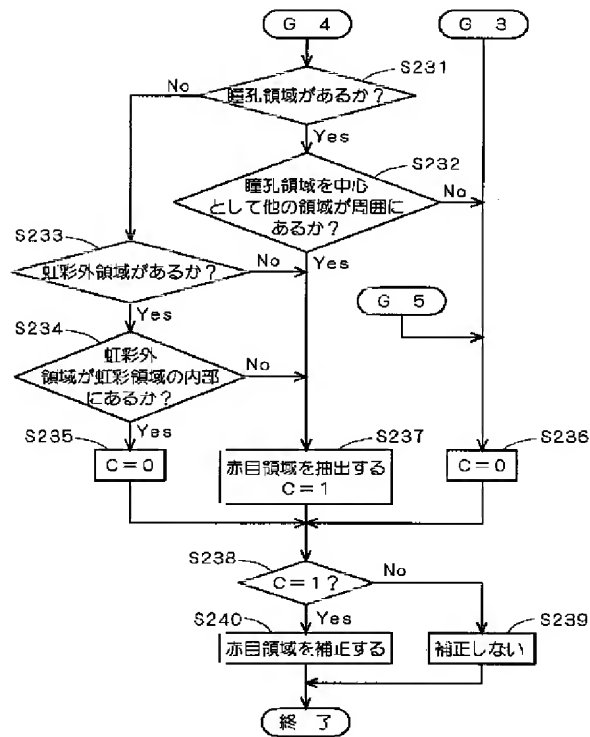
【図7】



【図6】



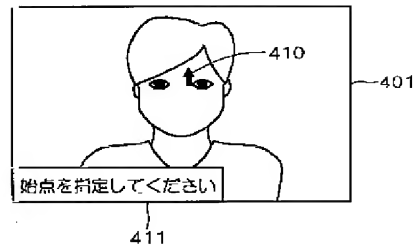
【図8】



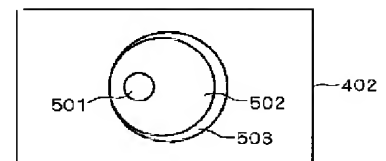
【図10】



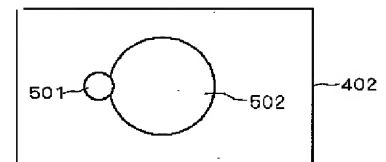
【図9】



【図15】



【図16】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H054 AA01

5C066 AA11 CA23 EB01 EC01

5C077 LL01 MP08 PP32 PP35 PP36

PP37 PP58 PP60 PP65 PP68

PQ20 RR11 SS05 TT09

5C079 HB06 LA02 LA10 LA39 LB01

MA11 NA11 NA29

5L096 AA02 BA08 CA02 CA17 CA24

FA15 FA46 FA59 GA41 MA03